

STRUKTUR SEKRETORI TANAMAN BAHAN RAMUAN OBAT DIABETES

Oleh:
Dorly*

ABSTRACT

SECRETORY STRUCTURE IN DIABETES MEDICINAL PLANTS

Anatomical structure of medicinal plants which are used in diabetic therapy is not yet completely identified. This research was conducted to study the structure of their secretory tissues. Observation of anatomical structure of leaves was done by making paradermal and transversal sections, while observation of anatomical structure of stem, fruits, and rhizomes were performed by making transversal sections. Microscopic observation found several types of secretory structure in plant organs observed. Glandular hairs were found in kiurat (*Plantago* mayor L.) leaves, sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f) Wallich ex Nees) leaves, and kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.) leaves; lithocysts cells were found in sambiloto leaves; oil cavity/cells were found in salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) leaves, jambu (*Psidium guajava* L.) leaves, lada (*Piper nigrum* L.) fruits, and jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizomes; idioblast cells which contained starch grains were found in brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers) stems, lada fruits, and jahe rhizomes; and latex cells were found in brotowali stems.

Keywords : glandular hairs, lithocyst cell, idioblast cell, diabetic, medicinal plant

ABSTRAK

Tanaman bahan ramuan obat diabetes yang digunakan dalam penelitian ini belum diidentifikasi secara lengkap struktur anatominya. Penelitian ini bertujuan mengamati struktur jaringan sekretori beberapa tanaman yang digunakan sebagai obat diabetes. Untuk organ daun dibuat sediaan berupa irisan paradermal dan transversal, sedangkan untuk organ batang, buah dan rimpang dibuat sediaan berupa irisan transversal. Dari hasil pengamatan secara mikroskopis pada sediaan irisan bahan tanaman yang digunakan sebagai obat diabetes dijumpai beberapa macam tipe struktur jaringan sekretori. Bulu kelenjar dijumpai pada daun tanaman kiurat (*Plantago* mayor L.), sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f) Wallich ex Nees), dan kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.); sel litosis terdapat pada daun sambiloto; rongga/sel minyak dijumpai pada daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.), daun jambu biji (*Psidium guajava* L.), buah lada (*Piper nigrum* L.), dan rimpang jahe (*Zingiber officinale* Roscoe); idioblas berisi butir-butir pati terdapat pada batang brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers), buah lada dan rimpang jahe; dan sel getah dijumpai pada batang brotowali.

Kata kunci: bulu kelenjar, sel litosis, sel idioblas, diabetes, tanaman obat

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi.

Di sini tumbuh sekitar 10% spesies tanaman berbunga yang meliputi 30.000 spesies tumbuhan darat. Diduga 25% dari tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat (Darodjatun *et al.*, 2001).

Penggunaan tumbuhan sebagai bahan obat alami terus meningkat, hal ini didorong oleh beberapa faktor, yaitu efek samping dari senyawa sintetik yang dikhawatirkan kurang baik bagi kesehatan; harga obat sintetik yang cukup mahal sehingga perlu adanya alternatif untuk pemeliharaan kesehatan dengan harga yang murah; peningkatan penelitian yang berhubungan dengan peningkatan mutu dan keamanan produk obat alami sehingga kepercayaan masyarakat semakin meningkat; promosi dan informasi yang baik sehingga mampu meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang kekayaan dan manfaat produk obat alami.

Saat ini telah banyak ilmuwan yang meneliti khasiat tumbuhan obat disertai dengan identifikasi dan isolasi senyawa bahan aktif yang memiliki aktivitas biologis. Contohnya adalah ditemukannya katarantin, polipeptida P, dan alkaloid dari pare (*Momordica charantia*) yang memiliki aktivitas hipoglikemik (menurunkan kadar glukosa dalam darah) yang berperan dalam pengobatan diabetes mellitus (Rafi, 2003). Potensi ini bila dikelola dengan baik dan terarah tidak saja akan mampu secara langsung meningkatkan mutu kesehatan masyarakat

* Staf Pengajar Departemen Biologi FMIPA IPB

kita tetapi juga akan meningkatkan perekonomian bangsa melalui penghematan devisa dengan cara mengurangi impor bahan obat-obatan dan meningkatkan ekspor bahan dan produk obat alami.

Penelitian ini bertujuan menggali informasi tentang struktur sekretori dari organ tanaman yang digunakan untuk bahan ramuan obat diabetes.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel tanaman obat yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Kebun Koleksi Tanaman Obat Pusat Penelitian Biofarmaka, Darmaga.

Tanaman yang diamati adalah bahan ramuan obat diabetes yang terdiri atas beberapa tanaman obat, yaitu Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wallich ex Nees), Daun Kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.), Batang Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers), Buah Lada (*Piper nigrum* L.), Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe), Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.), Daun Kiurat (*Plantago major* L.), dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.).

Identifikasi Struktur Sekretori

Studi anatomi melalui pengamatan mikroskopi dilakukan terhadap bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat diabetes. Untuk organ daun dibuat sediaan berupa irisan paradermal dan transversal, sedangkan untuk organ batang, buah, dan rimpang dibuat sediaan berupa irisan transversal dan longitudinal. Sampel tanaman untuk sediaan irisan paradermal difiksasi dalam etanol 70 %, sedangkan sampel untuk irisan transversal dan longitudinal difiksasi dalam larutan FAA (etanol 70% : asam asetat glasial : formaldehid 37 % = 90 : 5 : 5).

Irisan paradermal dibuat dalam bentuk sediaan semipermanen dengan pewarnaan safranin 1% mengikuti metode *wholemout* (Sass, 1951) yang dimodifikasi. Irisan transversal dan longitudinal dibuat dengan menggunakan metode parafin (Johansen, 1940).

Struktur sekretori pada masing-masing tanaman sampel diamati letak, tipe, bentuk, ukuran, dan kerapatannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman Kiurat (*Plantago major* L.)

Irisan Paradermal Daun

Pada kedua permukaan permukaan daun dijumpai bulu kelenjar dan stomata. Bulu kelenjar tersusun atas 2 sel kepala yang berbentuk jorong dengan 1 sel tangkai. Kerapatan bulu kelenjar pada kedua permukaan daun dijumpai relatif sama, yaitu 4/mm² hingga 11/mm² pada sisi atas daun dan 5/mm² hingga 9/mm² pada sisi bawah daun. Ukuran kepala kelenjar dan sel tangkai pada kedua permukaan daun juga relatif sama seperti halnya kerapatan bulu. Panjang kepala kelenjar dan sel tangkai pada permukaan atas daun masing-masing adalah 23 hingga 48 µm dan 13 hingga 25 µm, sedangkan panjang kepala dan sel tangkai pada permukaan bawah daun berturut-turut yaitu 28 hingga 50 µm dan 15 hingga 25 µm.

Irisan Transversal Daun

Jaringan palisade terdiri dari 2 sampai 3 lapis sel berbentuk tubula. Jaringan bunga karang terdiri dari beberapa lapis sel yang tersusun jarang dengan ruang-ruang antar sel. Dari hasil pengamatan pada sediaan irisan daun kiurat dijumpai struktur sekretori berupa rambut kelenjar.

Hingga saat ini belum ada informasi yang melaporkan tentang kandungan senyawa yang disekresikan oleh rambut kelenjar pada daun kiurat. Daun kiurat berkhasiat untuk pengobatan penyakit diabetes karena memiliki efek farmakologi diuretik (Purwakusumah, 2003) dan astringensia (Depkes, 1977). Kandungan bahan aktif dalam daun kiurat telah diteliti, yaitu antara lain glikosida, asam sitrat, invertin, dan tanin (Depkes, 1977).

Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wallich ex Nees.)

Irisan Paradermal Daun

Pada kedua permukaan daun dijumpai sel litosis yang berisi sistolit, bulu kelenjar yang tersusun atas 4 sel kepala yang membulat dengan 1 sel pangkal berukuran pendek dan bulu non kelenjar tipe uniseriat yang terdiri dari 2 sampai 3 sel. Sel litosis berbentuk bulat telur atau jorong dan umumnya berukuran lebih besar dari sel-sel epidermis. Ukuran sel litosit pada permukaan atas daun dijumpai lebih besar dibanding pada permukaan bawah daun, yaitu :

40 hingga 250 μm x 23 hingga 33 μm pada sisi atas daun dan 40 hingga 178 μm x 20 hingga 35 μm pada sisi bawah daun. Kerapatan sel litosis pada permukaan bawah daun dijumpai relatif lebih tinggi dibanding pada permukaan atas daun dan hal ini terkait dengan ukuran sel litosit yang berukuran kecil pada sisi bawah daun tersebut. Kerapatan sel litosis pada sisi atas daun 19/mm² hingga 52/mm², sedangkan pada sisi bawah daun 27/mm² hingga 46/mm². Bulu kelenjar pada permukaan atas daun dijumpai berukuran lebih besar dengan kerapatan lebih rendah dibanding pada permukaan bawah daun. Diameter bulu kelenjar pada permukaan atas dan bawah daun masing-masing yaitu : 30 hingga 35 μm , dan 25 hingga 30 μm , sedangkan kerapatannya 1/mm² hingga 3/mm² pada permukaan atas daun dan 4/mm² hingga 10/mm² pada permukaan bawah daun.

Irisan Transversal Daun

Daun sambiloto bersifat bifasial karena jaringan palisade hanya dijumpai di salah satu sisi yaitu sisi atas daun. Jaringan palisade tersusun atas 1 sampai 2 lapis sel. Jaringan bunga karang terdiri dari beberapa lapis sel yang tersusun longgar sehingga banyak dijumpai rongga udara.

Khasiat tanaman sambiloto sebagai obat diabetes telah banyak diteliti (Rahayu & Setyowati, 1996). Ekstrak daun sambiloto menunjukkan efek farmakologi bersifat hipoglikemik yaitu menurunkan kadar glukosa dalam darah (Indofarma, 2000; Nuratmi *et al.*, 1996). Kadar kandungan senyawa andrografolid dijumpai tinggi di dalam daun sambiloto. Senyawa ini banyak mengandung unsur-unsur mineral seperti kalium, natrium, kalsium dan asam kersat. Unsur kalium memiliki efek farmakologi sebagai diuretik pada penderita diabetes (Prapanza & Mariantio, 2003). Kandungan mineral yang tinggi sesuai dengan hasil pengamatan mikroskopis yang dijumpai pada daun sambiloto. pada irisan daun dijumpai struktur sekretori berupa sel litosis berisi sistolit yang umumnya mengandung garam-garam mineral dengan kerapatan yang tinggi.

Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.)

Irisan Paradermal Daun

Bulu tipe kelenjar dan non kelenjar serta stomata dijumpai di ke dua sisi permukaan daun. Bulu kelenjar terdiri dari dua tipe: yaitu bulu kelenjar dengan dua sel kepala dilengkapi dengan satu sel tangkai pendek, dan bulu kelenjar yang terdiri dari 4

hingga 6 sel kepala (umumnya 4 sel kepala) dengan satu sel tangkai. Diameter bulu kelenjar tipe pertama pada ke dua permukaan daun berukuran sama yaitu 23 hingga 30 μm namun kerapatan berbeda. Kerapatan bulu kelenjar pada permukaan (2/mm² hingga 17/mm²) dijumpai lebih rendah dibanding pada permukaan atas daun (1/mm² hingga 14/mm²). Ukuran diameter bulu kelenjar tipe yang ke-dua yaitu umumnya 4 sel kepala dengan 1 sel tangkai pada ke dua permukaan daun dijumpai relatif sama yaitu 45 hingga 58 μm pada sisi atas daun dan 45 hingga 50 μm pada sisi bawah daun, namun kerapatan bulu pada sisi bawah daun (6/mm² hingga 16/mm²) dijumpai lebih tinggi dibanding pada permukaan atas daun (2/mm² hingga 10/mm²).

Irisan Transversal Daun

Daun kumis kucing bersifat bifasial dengan satu sampai dua lapis sel palisade yang letaknya di sisi atas daun dan beberapa lapis sel bunga karang di sisi bawah daun. Berkas pembuluh penyusun tulang daun bertipe kolateral.

Daun kumis kucing memiliki efek farmakologi diuretik. Efek farmakologi memberikan hasil positif pada uji terhadap hewan dan manusia. Efek tersebut diduga berkaitan dengan kandungan ion K yang tinggi adanya inositol serta saponin (Indofarma, 2000). Dari hasil pengamatan mikroskopis pada irisan daun kumis kucing dijumpai adanya struktur sekretori, yaitu dua macam tipe bulu kelenjar. Bulu kelenjar diduga mensekresi minyak atsiri yang tertimbun dalam ruang subkutikular, namun kandungan senyawa yang disekresi oleh bulu kelenjar tersebut belum diketahui dengan pasti.

Tanaman Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.)

Irisan Paradermal Daun

Pada epidermis permukaan atas daun tidak dijumpai stomata, sedangkan pada permukaan bawah daun terdapat stomata tipe anomositik dan diasitik (umumnya tipe diasitik) dengan kerapatan yang tinggi yaitu 271/mm² sampai 560/mm².

Irisan Transversal Daun

Daun salam bersifat bifasial dengan satu sampai dua lapis sel palisade di sisi atas daun dan beberapa lapis sel penyusun bunga karang di sisi bawah daun. Di antara sel-sel penyusun jaringan palisade dan jaringan bunga karang dijumpai rongga lisigen berisi minyak berukuran besar dengan

diameter 28 μm sampai 93 μm . Rongga minyak tersebut menyebar **secara acak** dengan kerapatan 33/mm² hingga 54/mm².

Daun salam diketahui mengandung minyak atsiri seperti sitral, eugenol, dan **juga** mengandung kelompok saponin, triterpenoid, steroid, dan tanin (Anonim, 1980; Pudjiastuti *et al.*, 1999; Dalimartha, 2002). Pudjiastuti *et al.* (1999) melaporkan bahwa ekstrak daun salam mempunyai efek hipoglikemik pada tikus. Selain itu, daun **salam** juga bersifat sebagai astringensia (Dalimartha, 2002).

Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Irisan Paradermal Daun

Pada permukaan sisi bawah daun dijumpai banyak stomata dan bulu tipe non kelenjar, sedangkan pada permukaan sisi atas daun dijumpai bulu non kelenjar tetapi tidak ditemukan stomata.

Irisan Transversal Daun

Jaringan epidermis pada permukaan atas dan bawah daun terdiri dari satu lapis sel. Di sebelah bawah jaringan epidermis atas dijumpai jaringan hipodermis yang tersusun atas dua sampai tiga lapis sel yang tersusun **rapat** dan berukuran lebih besar dibanding sel epidermis. Mesofil daun sulit dibedakan atas jaringan palisade dan jaringan bunga karang karena bentuknya **relatif sama**. Dua lapisan pertama di bawah jaringan hipodermis berbentuk tubular, berukuran besar dan tersusun sangat rapat, sedangkan tiga sampai 4 lapisan sel berikutnya berukuran lebih kecil dengan susunan sel-sel yang relatif tidak terlalu rapat namun rongga udara tidak terlalu terlihat. Rongga minyak berupa sel lisigen berukuran besar dengan diameter 35 μm sampai 95 μm dijumpai tersebar di antara jaringan hipodermis dan jaringan mesofil di sisi atas maupun sisi bawah daun dengan kerapatan 32/mm² hingga 55/mm².

Hasil pengamatan secara mikroskopis, terlihat bahwa rongga minyak pada daun jambu terbentuk secara lisigen di antara sel-sel hipodermis dan sel-sel parenkim mesofil. Pada daun jambu terkandung minyak atsiri, minyak lemak, asam malat, saponin, flavonoid dan tanin (Depkes, 1977; Indofarma, 2000). Daun jambu memiliki efek farmakologi sebagai astringensia pada pengobatan diabetes (Purwakusumah, 2003).

Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers)

Irisan Transversal Batang

Sel epidermis tersusun atas 1 lapis berbentuk persegi empat dengan lapisan kutikula yang tebal. Di sebelah dalam jaringan epidermis terdapat jaringan periderm yang terdiri dari beberapa lapis sel gabus yang berdinding tebal dan beberapa lapis sel kambium gabus yang tersusun rapat dan berbentuk persegi empat memanjang. Jaringan korteks terdiri dari sel-sel parenkim dengan bentuk membulat dan berisi butir-butir pati, minyak, atau kristal. Berkas pembuluh dikelilingi oleh jaringan sklerenkim yang tersusun melengkung sehingga membentuk serabut sklerenkim yang tidak terputus. Empulur tersusun atas sel-sel parenkim yang berisi butir pati dan sel-sel getah.

Dari hasil analisis kimia, diketahui bahwa batang brotowali mengandung antara lain pati, alkaloid, glikosida, pikroretosid, zat pahit pikroretin, dan harsa (Depkes, 1978; Dalimartha, 2002). Efek farmakologi hipoglikemik untuk pengobatan diabetes dari ekstrak batang brotowali telah menunjukkan hasil yang positif pada uji terhadap mencit dan kelinci (Adnan *et al.*, 1998; Rasan, 1998).

Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.)

Irisan Transversal Buah

Dinding buah lada dibedakan ke dalam 3 bagian yaitu eksokarp, mesokarp, dan endokarp. Lapisan eksokarp terdiri dari satu lapis sel epidermis. Di sebelah dalam lapisan eksokarp terdapat lapisan hipodermis yang terdiri dari jaringan parenkim berdinding tipis dan kelompok sel-sel sklereid yang berlignin. Mesokarp merupakan bagian terlebar yang terdiri dari lapisan sel-sel parenkim yang berbentuk poligonal berisi butir-butir pati, sel-sel sekresi berukuran besar berisi minyak, beberapa lapis sel parenkim berdinding tipis yang berukuran lebih kecil dari sel sekresi, berkas pembuluh, dan sel-sel minyak berbentuk poligonal, berukuran besar yang dijumpai di bagian terdalam dari mesokarp. Endokarp terdiri 1 lapis sel yang berdinding tebal dan berlignin. Di sebelah dalam endokarp terdapat jaringan perisperm. Jaringan perisperm tersusun atas sel-sel parenkim berbentuk polihedral berukuran besar yang terisi penuh oleh butir-butir pati. Butir-butir pati yang dijumpai berbentuk tidak teratur dengan diameter 2,5 μm hingga 5 μm . Di antara jaringan perisperm terdapat sel-sel sekresi yang berukuran besar.

Minyak atsiri pada buah lada mengandung feladrena, dipentena, kariofilena, entoksilin, limonena, alkaloid piperina, dan kavisina (Depkes, 1980). Dalam ramuan tradisional, lada sering ditambahkan di dalam formula untuk pengobatan diabetes. Khasiat lada tidak memberikan efek farmakologi langsung untuk pengobatan diabetes, akan tetapi berperan untuk mengatasi komplikasi impotensi akibat diabetes dengan cara meningkatkan gairah seksual pada pria (Muztabadihardja, 2004¹).

Tanaman Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Rosc.)

Irisan Transversal Rimpang

Jaringan korteks tersusun atas sel-sel parenkim isodiametrik, berdinding tipis dan berisi butir-butir pati. Bentuk butir pati dijumpai bervariasi yaitu bulat telur, lonjong atau persegi empat dengan ukuran 8 µm hingga 23 µm x 3 µm hingga 18 µm. Sel idioblas berisi minyak terdapat di antara sel-sel parenkim penyusun korteks dan empulur.

Minyak atsiri yang terkandung dalam rimpang jahe antara lain zingiberena, limonena, dan zingiberol (Depkes, 1978,; WHO, 1999). Sama halnya seperti lada, jahe merah sering dipakai untuk pelengkap ramuan obat diabetes yang juga berkhasiat untuk meningkatkan gairah seksual pada pria (Muztabadihardja, 2004¹). Di samping itu jahe merah juga berkhasiat untuk mengobati komplikasi katarak akibat diabetes (WHO, 1999).

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan secara mikroskopi terhadap sediaan irisan daun kiurat, daun sambiloto, daun kumis kucing, daun salam, daun jambu, batang brotowali, buah lada, dan rimpang jahe yang digunakan untuk pengobatan diabetes dijumpai beberapa macam tipe struktur sekretori yaitu bulu kelenjar, sel litosis, rongga/sel minyak, idioblas berisi butir-butir pati, dan sel getah.

Bulu kelenjar dijumpai pada daun tanaman kiurat, sambiloto, dan kumis kucing; sel litosis terdapat pada daun sambiloto; rongga/sel minyak dijumpai pada daun salam, daun jambu, buah lada, dan rimpang jahe; idioblas berisi butir-butir pati terdapat pada batang brotowali, buah lada dan rimpang jahe; dan sel getah dijumpai pada batang brotowali.

Tipe struktur sekretori yang dijumpai pada setiap spesies, khas pada setiap tanaman dan bagian tanaman spesies juga khas sebagai anti-diabetes.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Pusat Studi Biofarmaka atas kepercayaan dan fasilitas yang diberikan dalam bentuk penyediaan material tanaman. Demikian juga kepada Dr. Juliarni yang telah mengoreksi tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.Z, M. Husni dan A. Almahdy. 1998. Pemeriksaan Farmakologi Tinokrisposid Senyawa Furanoditerpen Glikosida Baru dari Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers. Warta tumbuhan Obat Indonesia 4 (2):9-12.
- Dalimartha, Setiawan. 2002. Ramuan Tradisional Untuk Pengobatan Diabetes Mellitus. Penebar Swadaya. Jakarta. 112 hlm.
- Darodjatun, Nugroho, A. dan Dediwan. 2001. Prospek Pengembangan Tanaman Obat Introduksi untuk Kebutuhan dalam Negeri dan Sebagai Komoditas Ekspor Indonesia. Prosiding Seminar Nasional XIX Tumbuhan Obat Indonesia. Bogor. 4 - 5 April. 419 hlm.
- Depkes. 1977. Materia Medika Indonesia. Jilid I. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 195 hlm.
- Depkes. 1978. Materia Medika Indonesia. Jilid II. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 194 hlm.
- Depkes. 1979. Materia Medika Indonesia. Jilid III. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 196 hlm.
- Depkes. 1980. Materia Medika Indonesia. Jilid IV. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 197 hlm.
- Depkes. 1987. Analisis Obat Tradisional. Jilid I. Departemen Kesehatan republik Indonesia. Jakarta. 141 hlm.
- Depkes. 2000. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Cetakan I. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan dan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Jakarta. 79 hlm.

- Indofarma. 2000. Brief Monography of 10 Indonesian Herbal Medicines. Indofarma. Jakarta. 38 hlm.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co, Inc, New York. 523 hlm.
- Nuratmi, B., Adjirni, D.I. Paramita. 1996. Beberapa Penelitian Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) (kumpulan abstrak). Warta Tumbuhan Obat Indonesia 3 (1): 23-24.
- Prapanza, I. dan L.A. Mariantio. 2003. Khasiat dan Manfaat Sambiloto Raja Pahit Penakluk Aneka Penyakit. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 115 hlm.
- Purwakusumah, E.D. 2003. Tumbuhan sebagai Sumber Biofarmaka. Materi Pelatihan Tanaman Obat Tradisional (Swamedikasi): Pengobatan Penyakit Diabetes Melitus. Pusat Studi Biofarmaka-Lembaga Penelitian IPB. Bogor. 75 hlm.
- Pujiastuti, L., Widowati dan A. Chozin. 1999. Informasi Fitokimia dan Efek Farmakologi Daun Salam (*Eugenia polyantha* Wight). Warta tumbuhan Obat Indonesia 5(3): 5-6.
- Pusat Studi Biofarmaka. 2003. Materi Pelatihan Tanaman Obat Tradisional (Swamedikasi): Pengobatan Penyakit Diabetes Melitus. Buku 2: Teknik Perebusan dan Ramuan untuk Diabetes. Pusat Studi Biofarmaka-Lembaga Penelitian IPB. Bogor. 21 hlm.
- Rasan, M.S. Pengaruh Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers) terhadap Metabolisme Glukosa pada Kelinci. 1998. Warta tumbuhan Obat Indonesia. 4(2):17-20.
- Rafi, M. 2003. Identifikasi Fisik dan senyawa Kimia pada Tumbuhan Obat: Fokus pada Tumbuhan Obat untuk Diabetes Mellitus. Materi Pelatihan Tanaman Obat Tradisional (Swamedikasi): Pengobatan Penyakit Diabetes Melitus. Pusat Studi Biofarmaka-Lembaga Penelitian IPB. Bogor. 75 hlm.
- Sass, J.E. 1951. Botanical Microtechnique. Iowa State college Press. Iowa. 228 hlm.
- WHO. 1999. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. Volume I. World Health Organization. Geneva. 289 hlm.
- WHO. 1999. WHO Monography of on Selected Medicinal Plants. Volume II. World Health Organization. Geneva. 357 hlm.